

30 años de trabajo ininterrumpido

**CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE
TRIGO 2026**

Evaluación 2025

Segundo ciclo de:

Arazá, Molle, DM Araucaria, Buck Aimara

Primer ciclo de:

Sin cultivares de primer ciclo

Facultad de Agronomía
EEMAC 2026

Solicitantes: ERRO – ADP – MACCIO
CARACTERIZACIÓN DE CULTIVARES DE TRIGO 2025
Facultad de Agronomía - EEMAC 2026

Segundo año. Arazá, Molle, DM Araucaria, Buck Aimara
Primer año. Sin cultivares de primer año

N. Fassana¹, A. Akerman²

I. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El mayor potencial de rendimiento de los nuevos materiales genéticos, exige ajustar el manejo agronómico para maximizar la captura de recursos ante ambientes limitantes. Cambiar el manejo y ajustarlo al cultivar, crea la necesidad de información que permita entender y predecir la respuesta diferencial de los cultivares, no solo en cuanto a la sanidad, sino también a la fecha de siembra y ajuste de la población.

Para el ajuste de la población, la información nacional en Uruguay ha mostrado la conveniencia del uso de poblaciones inferiores a las 300 pl m⁻² (Hoffman et al., 2011), aunque en los últimos años han surgido nuevos cultivares con óptimos que se acercan a las 300 pl m⁻² (Hoffman et al., 2018). En la actualidad disponemos de cultivares con macollaje medio a medio-bajo, sincronizados, de elevada capacidad de producción de biomasa durante el encañado y baja producción anterior, que han mostrado respuesta a poblaciones elevadas (mayores a las 300 pl m⁻²) (Hoffman et al., 2019). Por lo tanto, el rango de densidad de siembra óptima puede variar de acuerdo a las condiciones de producción y por las características del cultivar.

El tipo de respuesta de los cultivares de trigo y cebada a las distintas medidas de manejo, en particular al ajuste de la población, está relacionado con los patrones de macollaje y crecimiento (Hoffman y Benítez, 2001). Hasta el momento, no se ha reportado interacción entre respuesta a la población y potencial de rendimiento en grano en Uruguay, por tanto, cuando ella existe obedece a las características diferenciales de un cultivar, pero no a su potencial.

El método de caracterización de cultivares propuesto por el grupo de cereales y cultivos industriales (EEMAC – Fagro – Udelar) en 1996, ha permitido desde entonces estudiar como construyen el potencial los distintos cultivares, conocer la respuesta a la población y las bases cuantitativas de la misma, en contraste con testigos de comportamiento conocido.

II. OBJETIVOS

El programa de caracterización de cultivares de trigo, busca generar información específica para cada nuevo cultivar que sale al mercado, y que está pensada como complemento de la generada por la evaluación nacional de cultivares. Información que permite mejorar el diagnóstico de las necesidades de ambientes de producción y manejo específico para cada cultivar. Se profundiza en las variables eco fisiológicas asociadas con la generación, construcción y concreción del potencial.

¹ Asistente del Departamento de Producción Vegetal. – Ecofisiología y manejo de cultivos - EEMAC - Facultad de Agronomía - UDELAR. GTI Agricultura.

² Ayudante de Investigación. GTI Agricultura. Departamento de Producción Vegetal. – EEMAC - Facultad de Agronomía.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en invierno 2025, en la unidad experimental ubicada en el potrero 31, de la Estación Experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), Facultad de Agronomía en Paysandú. El diseño experimental corresponde a un factorial completo de población por cultivar en bloques al azar con 4 repeticiones. Dos de los bloques fueron mantenidos libres de enfermedades con fungicidas y dos sin fungicida. Las densidades de siembra objetivo fueron 15, 30 y 45 pl m⁻¹ con una distancia entre hilera de 15 cm (100, 200 y 300 pl m⁻² respectivamente).

Los cultivares evaluados en segundo año fueron: Arazá y Molle (ADP), DM Araucaria (ERRO), Buck Aimara (MACCIO). No hubo cultivares de primer año de caracterización.

Los testigos genéticos utilizados desde el año 2001 son: *INIA Tijereta*, el cual tiene alta capacidad de macollaje y buena sincronización del mismo, presentando un buen desempeño tanto en rendimiento como en calidad (% de proteína en grano) a poblaciones en torno a 30-35 pl m⁻¹ (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 2002a). *INIA Churrinche*, de media capacidad de macollaje y regular sincronización; presenta buen desempeño tanto en rendimiento como en calidad a poblaciones menores, en torno a 25-30 pl m⁻¹ (Hoffman, Benítez, Cadenazzi, 2003). Desde el año 2007 se introduce un tercer testigo, *INIA Don Alberto*, dado su potencial y excelente tipo agronómico, además de su plasticidad para las condiciones de cultivo en Uruguay (Hoffman et al., 2006, 2007 y 2008) y a partir del 2014, el cuarto testigo introducido es *Baguette 19* también de elevado potencial y ciclo medio largo, muy adaptado a la siembras de mayo. Para las siembras de mayo, este es un cultivar referente en cuanto a potencial a superar. En el 2015, se suma un nuevo testigo (*Fuste*), cultivar que representa el nuevo tipo de cultivares de ciclo medio definido, con elevado potencial de rendimiento, que responde a poblaciones cercanas a las 300 pl m⁻². Como resultado de que ya no se reciben cultivares de ciclo largo, en el 2019, se cambió el *Baguette 19*, por el *Baguette 11*.

El trabajo de caracterización del crecimiento inicial (en condiciones de invernadero), busca exponer a las plantas en sus primeras fases de crecimiento a temperaturas mayores que las de campo. Bajo estas condiciones, las plantas se siembran en macetas de 48000 cm³ (60 cm de largo, por 40 cm de ancho, por 20 cm de profundidad), con turba como sustrato y sin limitantes hídricas (riego por aspersión). Se siembra un cultivar por maceta, con tres líneas de 10 plantas cada una. La siembra fue el 23 de junio y se realizó una fertilización equivalente a 150 Kg ha⁻¹ de 18-46-0, a GS 2.2 se refertilizó con el equivalente a 100 kg ha⁻¹ de urea azufrada y a GS 3.0 con el equivalente a 100 kg ha⁻¹ de la misma fuente. Las determinaciones realizadas en 10 plantas marcadas emergidas el mismo día, a nivel de cada cultivar fueron: emisión de hojas y macollos de cada planta marcada, mediante escala Haun (1973). Para el total de las plantas se determinó la evolución del macollaje cada tres días, el % de plantas sin macollar y ausencia de T₁.

La fecha de siembra del experimento a campo fue el 12 de junio, con emergencia el 03 de julio (≈193 GDD). Las determinaciones realizadas a campo fueron: pl m⁻¹, macollos m⁻¹ a GS 3.0, espigas m⁻¹, biomasa total a cosecha, rendimiento en grano, granos m⁻², granos espiga⁻¹, peso de grano a cosecha y ciclo a antesis, concentración de N en grano y peso hectolítrico.

Como en todos los años anteriores, la chacra seleccionada es siempre una chacra nueva, con menos de 3 años de roturada la pastura. En cuanto al control de malezas durante el barbecho, se utilizaron 4 lts ha⁻¹ de glifosato + 2 lts ha⁻¹ de 2-4D. En pos-emergencia, a GS 2.4 (07/08), se utilizaron 25 gr de Paradigm + 1,0 L MCPA 48% + 0,7 L Nexxo. Los bloques con fungicidas fueron aplicados con 600 cc ha⁻¹ de Elatus ace + 200 cc ha⁻¹ Miravis (Miravis Triple Pack) el 17/09 (GS 3.7). Este año no existió riesgo de *Fusarium* spp, por lo que no fue necesario

aplicación preventiva, para las condiciones locales. La oferta nutricional fue ajustada en forma objetiva en base a análisis de suelo y planta (cuadro 1).

Cuadro 1.- Nutrientes en suelo y planta, unidades de nutriente y fuente de fertilizante en cada estadio.

Momentos-Estadio	Indicador	Valor Análisis	Unidades de nutriente y fuente utilizada
Siembra (12 junio)	P suelo (0-20 cm) – Bray I (ppm)	12	50 kg (7/40/0) + 110 kg (Urea Azufrada)
	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) (ppm)	5	
	K (meq. 100 g suelo ⁻¹)	0,76	
GS 2.2 (29 julio)	N-NO ₃ suelo (0-20 cm) (ppm)	-	100 Kg (Urea azufrada)
GS 3.0 (22 agosto)	N total en planta (%)	-	-
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	-	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)	-	
GS 3.3 (8 setiembre)	N total en planta (%)	3,7	0
	Biomasa aérea (Mg ha ⁻¹)	4,89	
	Índice de suficiencia Nitrogenada (INN)	1,45	

IV. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DEL AÑO

Las condiciones ambientales de la zafra deben interpretarse en relación con la dinámica fenológica del cultivo, considerando los estadios clave. La implantación ocurrió bajo temperaturas frescas y con adecuada disponibilidad hídrica inicial, lo que habría favorecido la emergencia y el establecimiento del cultivo.

La precipitación durante la temporada de crecimiento evidenció una distribución irregular. Se observaron déficits marcados en algunos meses invernales respecto a la media histórica, seguidos por eventos de precipitación más importantes durante primavera, destacándose acumulados elevados en octubre. Esta dinámica implicó períodos alternados de menor disponibilidad hídrica durante etapas tempranas del desarrollo y una recuperación parcial hacia fases reproductivas avanzadas.

Desde la siembra y hasta el macollaje, las temperaturas medias decádicas se mantuvieron levemente por debajo de la media histórica, definiendo un ambiente relativamente fresco para el desarrollo vegetativo inicial. Estas condiciones térmicas podrían haber contribuido a extender la duración de las fases vegetativas tempranas y favorecer la emisión de macollos; sin embargo, la menor acumulación de precipitaciones en este intervalo sugiere que la disponibilidad hídrica pudo haber limitado parcialmente la expresión del crecimiento.

Entre los estadios GS 3.0 y GS 3.3, el patrón térmico mostró mayor variabilidad, acompañado por una reducción de las precipitaciones. Estas fluctuaciones abruptas en la temperatura en la etapa inmediatamente previa al período crítico para la determinación del número potencial de granos; pudieron afectar la sincronización entre crecimiento vegetativo, disponibilidad de recursos y duración del período crítico. Bajo estas condiciones, el aumento térmico podría haber acelerado la tasa de desarrollo fenológico, reduciendo la duración efectiva de estas fases y condicionando la captura de radiación y la tasa de crecimiento.

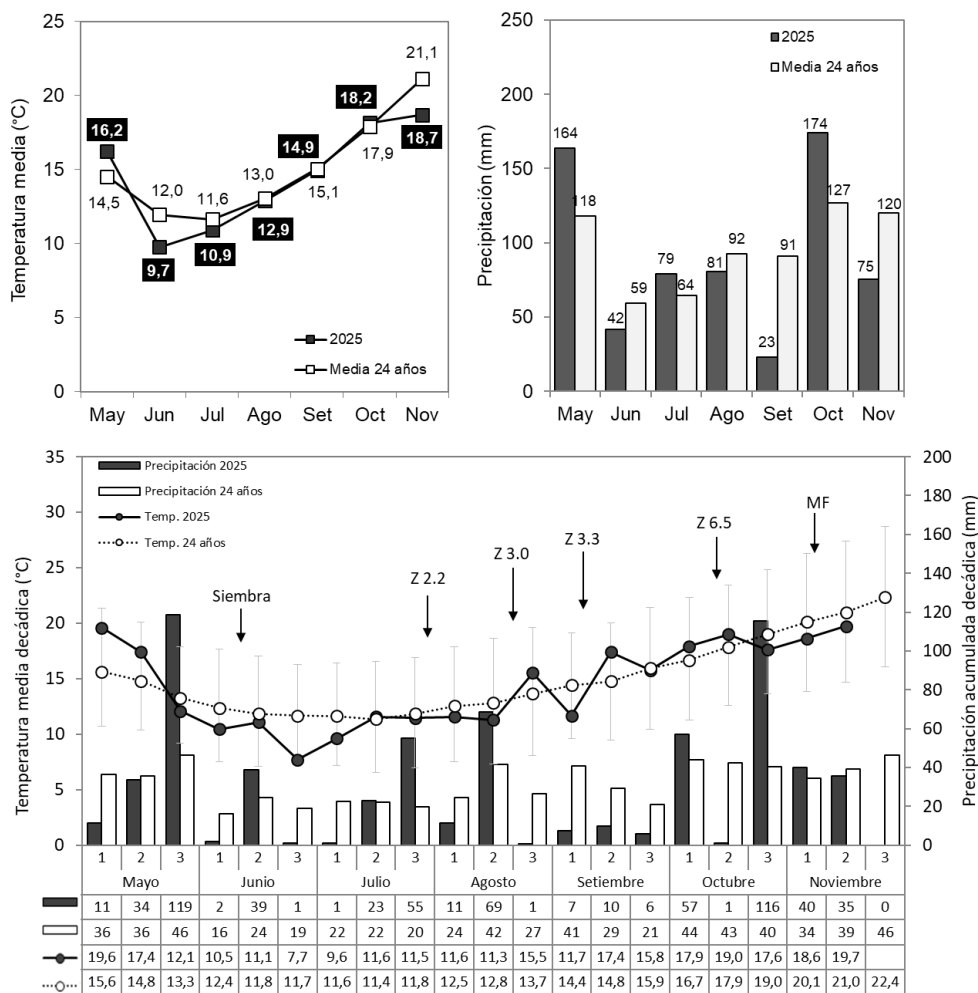


Figura 1.- Precipitaciones y temperatura media mensual (arriba) y decádica (abajo), para el año 2025 en relación al promedio histórico mensual y decádico de 24 años, para Paysandú. Los estadios fenológicos son promedios.

En conjunto, la combinación de temperaturas relativamente bajas durante etapas iniciales y condiciones térmicas más cálidas hacia primavera, junto con una distribución irregular de las precipitaciones, define un ambiente de crecimiento caracterizado por contrastes que podrían haber influido sobre la dinámica de crecimiento y la definición del rendimiento en comparación con la media histórica.

Los primeros 50 días de ciclo (emergencia – GS 3.0) presentaron una temperatura media fresca (11.4 °C) por debajo del promedio histórico (12.3 °C), sin días que superaron los 20 °C (Fig. 2) y sin días con temperatura mínima inferior a 0 °C durante este periodo.

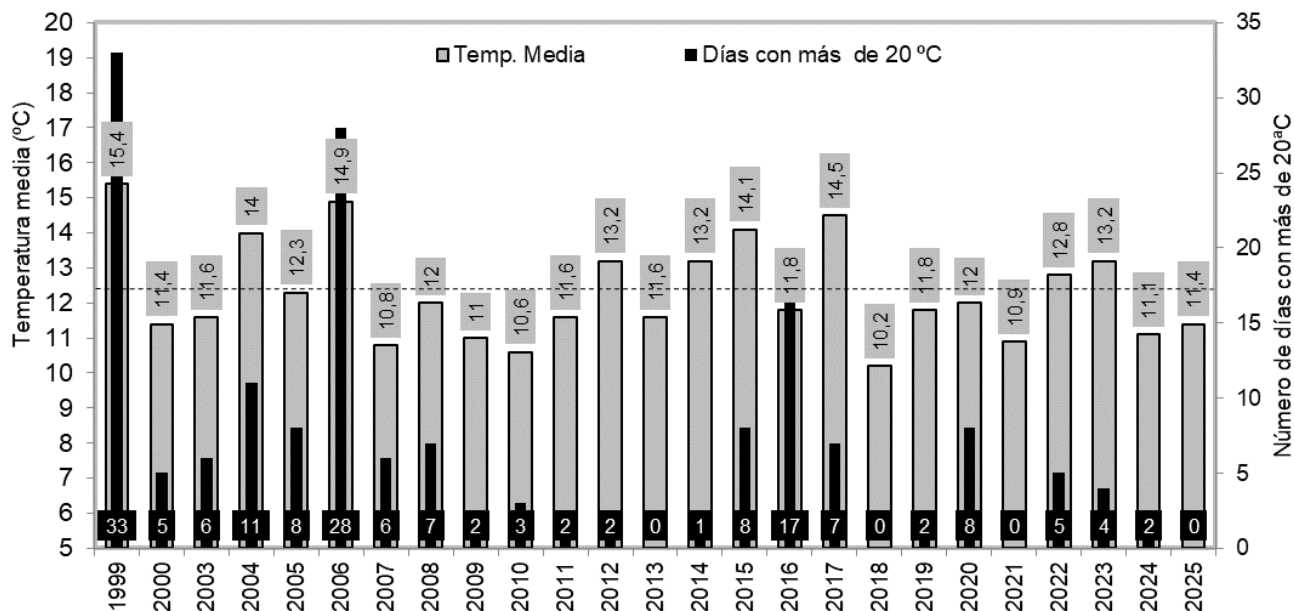


Figura 2.- Régimen térmico en campo desde emergencia hasta GS 3.0 del año 2025, en relación con años anteriores. Emergencia: 03/07; GS 3.0: 22/08. La línea discontinua horizontal indica la media (12.3 °C) de la serie de años.

V. RESULTADOS

1. Caracterización del crecimiento inicial

La respuesta de los distintos cultivares a condiciones de crecimiento inicial que podrían simular inviernos cálidos, se estudia bajo condiciones semi-controladas en invernadero. En estas condiciones, los diferentes cultivares son sometidos en los estados iniciales de crecimiento a temperaturas superiores a las registradas en el campo. En el 2025, la temperatura media durante el crecimiento inicial en invernadero fue elevada (14.7 °C), ≈ 3 °C por encima de la temperatura a la cual se vieron sometidos los cultivares en condiciones de campo. Estas condiciones térmicas iniciales, a priori impactan negativamente en el macollaje (Hoffman et al., 2009). La relación es imprecisa (R^2 : 0.14); ya que la variación térmica dentro de este período, es un fuerte y principal determinante final del macollaje y su sincronización; pero el macollaje final resulta ser bajo cuando la temperatura media es muy elevada (Hoffman et al., 2013), (Cuadro 2). En este ambiente de mayor temperatura durante el macollaje, queremos evaluar a los distintos cultivares, dado que surgen aquellos que no se adaptan a estas condiciones térmicas.

Cuadro 2.- Crecimiento inicial en condiciones de invernadero para dos de los cultivares testigos (INIA Tijereta e INIA Churrinche) en distintos años de caracterización.

Año	Temp. Media*	Macollaje	Inicio macollaje		Sincronización	Plantas que	Plantas que saltean T ₁
		Relativo (%)**	Dpe	Haun del Tp&	(Dif. en días Tp - T ₂)	no macollan (%)	(% de las que macollan)
1999	16,9	46	30	4,3	24	50	50
2000	14,3	100	24	3	31	0	0
2003	15,4	129	27,7	3,5	28	5	11
2004	14,7	141	24	3,6	25	0	20
2005	15,7	86	15,4	3,2	22	0	0
2006	16,1	91	23,5	4	25	20	40
2007	17,1	43	26,6	3,7	Pl sin T ₂ a Z 3.0	54	0
2008	15,3	92	19	2,3	22	0	10
2009	14	102	28,7	3,3	31	0	0
2010	16,7	71	35	5,5	37	45	47
2011	15,3	89	31	3,9	30	0	50
2012	15,9	77	15	2,4	Pl sin T ₂ a Z 3.0	90	100
2013	14,8	114	20,5	3,5	23	0	35
2014	16,2	111	23,5	3,7	27	0	25
2015	17,6	91	23,5	3,8	29	0	55
2016	16,4	67	23,3	4,2	26	15	63
2017	15	122	19,5	3,4	21	0	39
2018	14,1	93	27	3,5	32	0	5
2019	15,4	51	17	3,1	25	50	0
2020	15	77	28	4,4	30	0	10
2021	15,2	40	35	4,8	36	65	50
2022	15,6	163	25	3,8	27	0	20
2023	16,5	123	26	3,4	30	0	15
2024	15,4	137	16	3,6	19	0	20
2025	14,7	183	18,2	3,6	22	0	15
Prom.	16	98	24	3,7	27	16	27

*Temperatura media en invernadero (primeros 50 días de crecimiento). **100= 3,5 macollos/planta. & - Número de hojas en el tallo principal. Siembra en invernáculo el 02 de julio del 2024.

Como viene siendo sistemáticamente diagnosticado, muy elevadas o muy bajas temperaturas iniciales retrasan fenológicamente el inicio del macollaje. Si las mismas se mantienen debemos esperar bajo macollaje y elevada desincronización, especialmente cuando la temperatura es muy elevada (Hoffman et al., 2009). Sin embargo, si las temperaturas son elevadas en los primeros 20 días, el inicio del macollaje se adelanta y ello puede conducir a un nivel de sincronización promedio. Si luego las temperaturas siguen en ascenso, pueden estar acompañadas de un macollaje final muy bajo.

En el año de evaluación, el inicio de macollaje (dpe) ocurrió de forma anticipada, similar a lo ocurrido en 2024, 2019, 2012 y 2008. Además de que el inicio de macollaje comenzó antes, las condiciones del año generaron un nivel de sincronía muy bueno, en todos los cultivares evaluados (Cuadro 4).

Desde 2022, se observa un macollaje relativo en promedio 50% por sobre la referencia (3.5 macollos/planta), probablemente este dado porque desde entonces se cambió el sustrato de suelo con la que se realiza el ensayo. Esto, además puede estar explicando porque desde entonces se observa un mayor No. de macollos por planta a nivel de invernadero en relación a las condiciones de campo (Fig. 4). En este contexto, surge como hipótesis que temperaturas por sobre la media, interactuando con algún factor de estrés asociado al suelo, podría estar limitando el crecimiento y/o desarrollo. De ser correcta esta observación, los ensayos a campo pueden estar presentando alguna restricción o limitante para expresar la capacidad de macollaje y, por lo tanto, es necesario contemplarlo en la interpretación de resultados de los últimos 4 años.

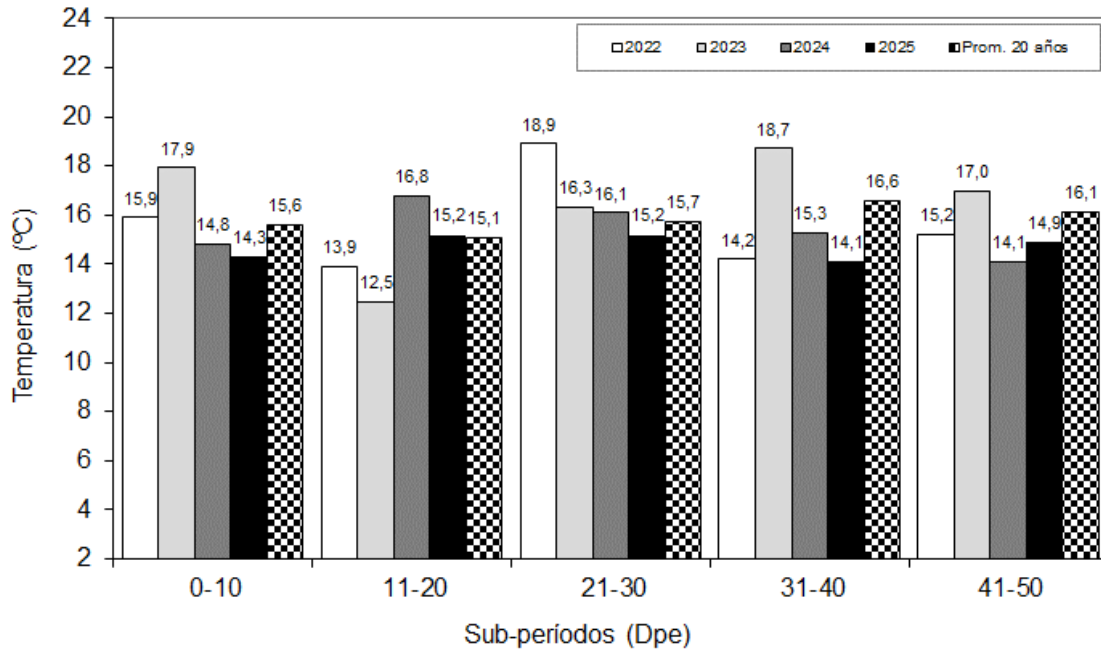


Figura 3.- Temperatura media para distintos sub-períodos desde la emergencia hasta los 50 dps (GS 3.0), en invernadero para 2022, 2023, 2024 y 2025 (temperatura media: 15,6 °C; 16,5°C; 15,4°C y 14,7°C respectivamente).

Estudiar el macollaje en campo, pero sobre todo la reacción de los distintos cultivares en condiciones de elevada temperatura en invernadero, permitiría discriminar mejor las diferencias en capacidad de macollaje entre cultivares y evaluar que tan afectado puede resultar un cultivar cuando es sometido a condiciones desfavorables de temperatura. En el campo, el macollaje suele ser sistemáticamente superior al registrado en invernadero (aunque no siempre), como resultado de las elevadas temperaturas en invernadero, muy por encima del óptimo de 11,5 °C (Hoffman et al., 2009). Por lo discutido anteriormente, en este año (al igual que en los tres anteriores), el macollaje en invernadero fue superior al observado a campo (Cuadro 3 y Fig. 4). La temperatura media en los diferentes subperíodos del crecimiento inicial medida en invernadero, fue estable y sin cambios abruptos, en torno a los 14,7°C.

Cuadro 3.- Capacidad de macollaje en invernáculo y campo para los cultivares testigos de largo plazo (I. Churrinche e I. Tijereta) y la media de todos los cultivares evaluados durante las últimas 10 zafras para una población equivalente a las 30 pl.m⁻¹, con fungicida.

Año	INIA Churrinche		INIA Tijereta		Media de todos los cultivares	
	Invernáculo	Campo	Invernáculo	Campo	Invernáculo	Campo
	-----macollos pl ⁻¹ -----					
2015	3,5	3,7	3	6,8	3	4
2016	1,9	2,7	2,8	4,9	2,7	4,3
2017	4	4	3,4	7,7	3,8	6,1
2018	3,4	3,5	6,1	6,1	5,6	4,7
2019	1,2	3,1	2,4	5,3	2,8	3,9
2020	1,4	4,1	4	5,3	3,3	4,7
2021	1	3,2	1,7	3,4	1,4	3
2022	4,3	3,3	7,1	4,6	4,9	3,6
2023	3,1	3,8	5,5	5,1	5,3	4,5
2024	3,8	3,6	5,8	5,2	5,1	3,8
2025	5,7	5,1	7,2	3,9	6,5	4,3
Promedio (sin 2025)	2,8	3,5	4,2	5,4	3,8	4,3

El número de macollos por planta logrado a campo en 2025, fue en promedio similar a la media de los últimos 10 años (Cuadro 3 y Fig. 4).

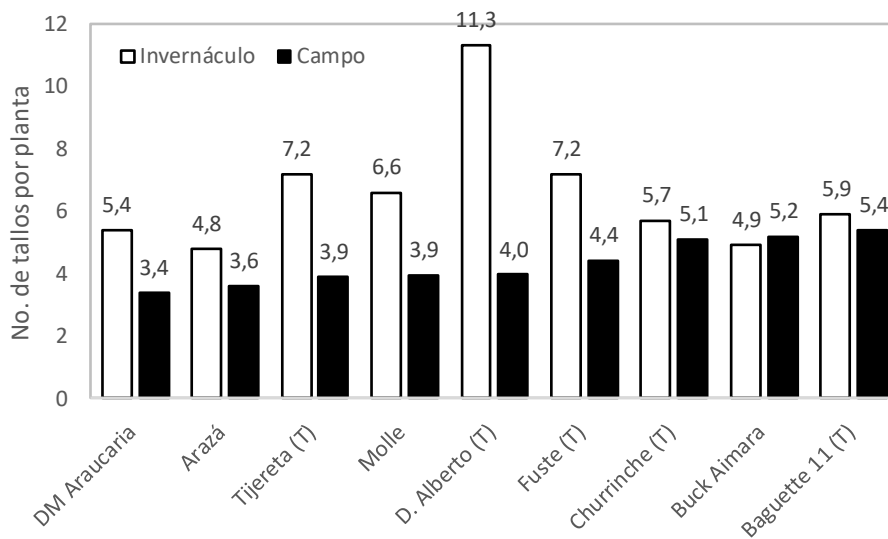


Figura 4.- Capacidad de macollaje en invernáculo y a campo (cuantificado a GS 3.0) para todos los cultivares en el 2025, para una población equivalente a las 30 pl m⁻¹, con fungicida. (p-valor para macollos/planta a campo = 0,112). Nota: El gran número de tallos por planta en D. Alberto está dado por un bajo número de plantas logrado.

Los resultados históricos del programa de caracterización de cultivares de trigo indican que, muchos de los cultivares evaluados en condiciones de elevada temperatura macollan muy poco, pero cuando son evaluados a

campo a temperaturas más bajas, evidencian capacidades de macollaje muy diferentes. Esta información ha mostrado ser relevante a la hora de estudiar la adaptación de los distintos cultivares y como condicionante de la respuesta a factores de manejo tales como la época de siembra y el manejo de la población (Hoffman et al., 2005 y Hoffman et al., 2009). Los cultivares con requerimientos de frío (los que logran muy bajo número de espigas en estas condiciones), siguen macollando por más tiempo y muestran valores de macollos por planta incluso muy superiores a los registrados a campo, más allá del efecto año y sustrato como ocurrió en 2018, 2022, 2023 y 2024.

En el siguiente cuadro se presentan los componentes básicos para todos los cultivares evaluados, que permiten en conjunto caracterizar el tipo de crecimiento inicial.

Cuadro 4.- Crecimiento inicial en invernadero para todos los cultivares en relación a los testigos, para el año 2025. Fecha de Siembra en invernadero – 26 de Junio. Promedio de plantas marcadas.

Variedades	Inicio mac. (dpe)	Inicio mac. haun Tp	Sincronización dif Tp-T2 (días)	Plantas Sin Mac.	Pl. s/T1 (%)
D. Alberto (T)	14	3,1	20	0%	0%
Fuste (T)	17	3,2	24	0%	0%
Baguette 11 (T)	13	3,4	18	0%	0%
Tijereta (T)	16	3,3	22	0%	0%
Churrinche (T)	21	3,9	23	0%	30%
Buck Aimara	13	3,1	19	0%	0%
DM Araucaria	17	3,5	21	0%	0%
Molle	11	3,2	18	0%	0%
Arazá	15	3,1	23	0%	0%
Promedio	15,0	3,3	20,7	0,0	0,0

Para el caso de los testigos de largo plazo (I. Tijereta e I. Churrinche), los resultados observados en los parámetros que caracterizan el crecimiento inicial (Cuadro 4), indican que el efecto de la temperatura del año presentó un comportamiento promedio (esperado) en cuanto al No. de hojas desarrolladas en el tallo principal (3.3) a inicio del macollaje, sin embargo, el No. de días entre Tp y T2 (sincronía) fue bajo en relación a años anteriores.

En condiciones de temperatura cálida durante la etapa de macollamiento, lo esperado es que I. Churrinche presenta un inicio de macollaje retrasado en relación a I. Tijereta lo que lleva a un mayor número de hojas en el tallo principal al inicio del macollaje. Esto determina que, I. Tijereta presenta una mayor sincronía en el macollaje que I. Churrinche. Por último, es esperable que I. Churrinche presente una mayor proporción de plantas que saltan el T1 en relación a I. Tijereta, por efecto de temperaturas cálidas en el período de macollaje (> 11.5 °C).

En base al comportamiento de los testigos de largo plazo y los cambios sufridos en relación a su comportamiento habitual, debemos interpretar los parámetros del crecimiento inicial de las cultivares de interés, contemplando el efecto año. Para las condiciones térmicas del año, se registraron diferencias entre cultivares, no sólo por cuando temprano inician el macollaje (diferencia de 10 días entre los extremos) sino cómo reaccionan al calor en cuanto a la sincronía y calidad de macollaje (proporción de plantas que no presentan T1). Estas diferencias explican en parte la respuesta a la población y su adaptabilidad regional.

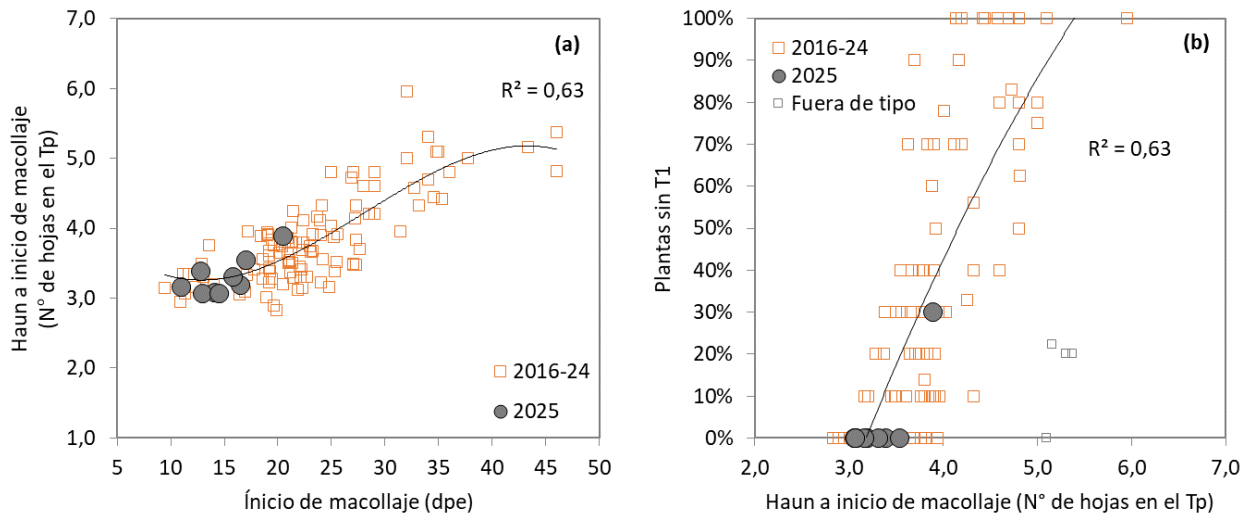


Figura 5.- (a) Relación entre el inicio del macollaje en días pos-emergencia y el inicio fenológico del macollaje en número de hojas, para el histórico 2016-24 y 2025. (b) Relación inicio fonológico del macollaje y supresión del T1, para el histórico 2016-24 y 2025.

El inicio de macollaje más temprano, ha estado asociado directamente con menos hojas en el tallo principal (Tp) al inicio de macollaje (Fig. 5a) (Hoffman et al., 2022, 2021). En la medida que se da un retraso fonológico en el inicio del macollaje, entorno a las 3.5 hojas en el Tp, crece la proporción de plantas que se saltean al macollo de mayor productividad (T1), aunque con diferente tasa según la temperatura del año (Fig. 5b). A este nivel se observa la mayor diferencia entre cultivares, y estas características suele estar asociado directamente con la desincronización del macollaje y a la dificultad de adaptación de algunos cultivares (Hoffman et al., 2009). El 2025 no escapa a este comportamiento; las cultivares que presentan mayor proporción de supresión de T₁, son las que presentan un retraso en el inicio fenológico del macollaje.

2. Resultados de los experimentos de campo

2.a. Rendimiento y sus componentes promedio por cultivar

El análisis de la serie desde el año 2003 al 2025 para los testigos de largo plazo (I. Tijereta e I. Churrinche), sin considerar los años con pérdidas casi totales por fusarium de espiga (2001 y 2002), mediante la metodología de segregación por cuartiles, indica que los años integrantes del cuartil superior (rendimiento $\geq 5930 \text{ kg ha}^{-1}$) presentan un Q_0 promedio de $1,7 \pm 0,3 \text{ Mj}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ durante el período crítico y una oferta de agua disponible aparente promedio (AD_{ap}) desde Z 3.0 a cosecha de $347 \pm 98 \text{ mm}$. Por el contrario, los años que integran el cuartil inferior (rendimiento $\leq 4806 \text{ kg ha}^{-1}$) el valor promedio de Q es menor ($1,6 \pm 0,16 \text{ Mj}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) y la oferta de AD_{ap} es mayor ($412 \pm 172 \text{ mm}$). Los rendimientos obtenidos en los testigos de largo plazo, caracterizan al año 2025 como el de mayor rendimiento logrado de la serie (Fig. 6). Esta caracterización del año, en base al rendimiento alcanzable limitado por agua, nos permite interpretar los resultados de cada cultivar.

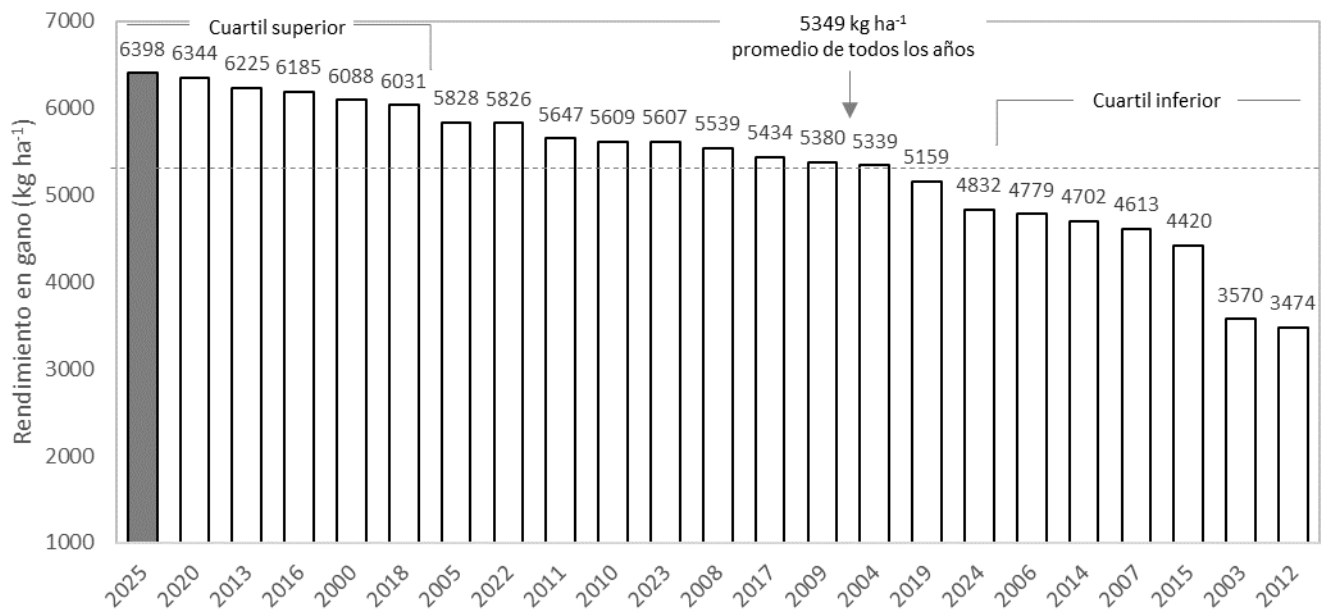


Figura 6.- Rendimiento en grano de los testigos (I. Churrinche e I. Tijereta) evaluados durante el 2025 en comparación con años anteriores, a la mejor población con protección total, ordenado por rendimiento.

Las condiciones térmicas e hídricas del año, generaron una mayor biomasa total acumulada (+5005 kg ha⁻¹) pero un índice de cosecha levemente inferior (-4%) al promedio de la serie histórica (MS: 17471 kg ha⁻¹; IC: 32 %). El mayor incremento proporcional de la biomasa acumulada, en comparación al menor IC, generó un 12% más de granos m⁻² (+1993 granos m⁻²), lo cual en este caso fue resultado de un mayor rendimiento/espiga (+19%). Esto, en parte puede estar explicado por una mejor distribución de recursos, ya que se observó una menor producción de macollos, con un incremento proporcionalmente similar en la fertilidad de tallos, logrando las 500 espigas m⁻².

Para los testigos de largo plazo, la densidad objetivo que generó los mejores rendimientos en este año, fue de 200 pl m⁻² en I. Churrinche y de 300 pl m⁻² en I. Tijereta (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Rendimiento en grano, componentes y parámetros de calidad, para el promedio del ensayo realizado a campo en el 2025 en comparación con lo observado con los años anteriores, del año 2000 en adelante (con protección total), para los testigos (I. Tijereta e I. Churrinche), a la población óptima.

	2025	2020	2013	2016	2000	2018	2005	2022	2011	2010	2023	2008	2017	2009	2004	2019	2024	2006	2014	2007	2015	2003	2012
Rendimiento (kg/ha)	6398	6344	6225	6185	6088	6031	5828	5826	5647	5609	5607	5539	5434	5380	5339	5159	4832	4779	4702	4613	4420	3570	3474
Biomasa Total (kg MS/ha)	22477	22075	19457	20601	14673	24442	14091	18370	16472	16956	20449	18582	23828	17508	15730	18062	14342	9913	16977	12550	18606	9751	15933
IC (%)	28	30	34	30	42	25	41	32	31	34	28	30	22	31	34	28	33	47	29	37	23	37	21
Granos/m ²	18457	21512	20806	16764	15690	18584	17286	16271	16404	17475	15769	18843	22700	18791	15871	17261	15008	14357	14139	13572	10923	11924	10255
Espigas/m ²	497	405	695	424	523	435	485	391	603	468	403	562	519	613	526	526	373	440	550	519	471	385	530
Granos/espigas	38	53	31	40	33	43	37	42	27	40	39	35	47	32	31	33	40	33	27	26	24	34	19
PG (mg)	35	31	32	37	35	31	34	36	32	32	36	30	22	29	33	29	32	32	30	31	30	31	25
Rendimiento/espiga (mg)	1323	1727	953	1460	1155	1456	1258	1506	859	1280	1394	1050	1039	928	1023	984	1298	1056	819	806	719	1054	478
Macollos/m ²	783	811	1325	973	982	925	650	618	1552	980	838	924	1257	1176	953	809	668	823	1095	850	1034	917	1107
Fertilidad de macollo (%)	64	51	53	48	55	47	75	67	40	52	50	63	44	56	57	65	56	55	58	61	47	44	43
Plantas/m ²	178	204	216	311	190	204	163	108	222	166	261	216	215	219	182	256	162	115	198	161	268	158	192
Proteína en grano (%)	12,5	13,3	15,4	14,2	13,5	14,3	11,5	12,0	16,2	12,7	14,1	14,6	15,1	14,2	12,5	12,6	13,8	12,3	16,0	12,1	11,5	12,0	17,3
Estimación de agua total disponible.(mm) (*)	380	150	387	313	460	392	434	220	380	346	268	297	433	509	333	342	320	272	446	504	291	228	728
Q (Mj ⁻¹ m ⁻² d ⁻¹ °C ⁻¹) (**)	1,35	1,33	2,00	2,00	-	1,66	1,80	1,49	1,34	1,70	1,49	1,60	1,21	2,10	1,40	1,30	1,05	1,50	1,80	1,40	1,70	1,70	1,40

(*) – Agua en período de concreción de potencial, se toma como las precipitaciones totales durante el período Z 3.0 – MF, más el agua disponible en suelo a Z 3.0. (**) Coeficiente fototermal durante el período crítico (temp. base cero).

Cuadro 6.- Rendimiento a 13.5% de humedad, biomasa total a cosecha e índice de cosecha para los testigos (I. Tijereta, I. Churrinche, I. Don Alberto, Baguette 11 y Fuste), promedio para todas las poblaciones, con fungicida, en el año 2025.

	Re	BMT	IC
Baguette 11 (T)	8226 a	19412	41,3 a
Fuste (T)	8152 a	23531	33,7 b
Don Alberto (T)	7491 ab	22886	31,7 b
Churrinche (T)	6593 bc	21879	29,2 b
Tijereta (T)	6245 c	21132	29,7 b
Promedio	7341	21768	33,1
<i>p</i> -valor	<0,0001	0,105	0,0001
MDS (5%)	901	ns	5,8
C.V. (%)	6,83	11,8	9,75

Re- Rendimiento corregido a 13.5% (Kg ha⁻¹); BMT- Biomasa total (Kg ha⁻¹); IC- Índice de cosecha (%); MDS – Test de Tukey P<0.05

Al igual que lo observado en 2024 (rendimiento promedio: 5345 kg ha⁻¹), en este año (2025) los dos testigos más modernos fueron quienes se diferenciaron en el rendimiento en grano, superando (+21%) a los testigos más antiguos. La diferencia entre los promedios de rendimiento de ambos grupos de testigos fue de 1412 kg ha⁻¹. Estas diferencias estuvieron dadas principalmente por el índice de cosecha, dado que no se registraron diferencias en la biomasa total a cosecha (al igual que en 2024).

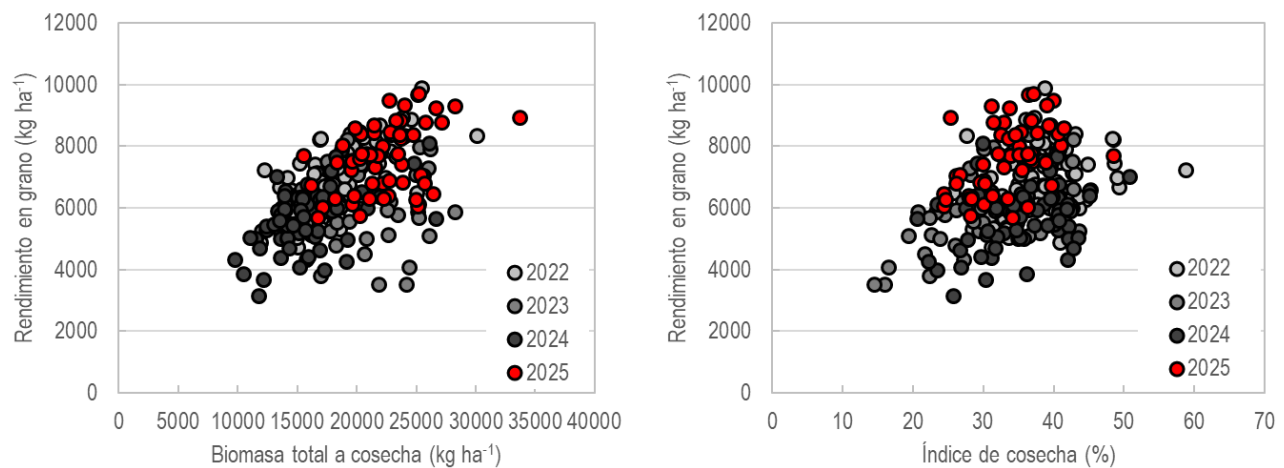


Figura 7.- Relaciones entre biomasa total a cosecha y rendimiento en grano (izquierda) e índice de cosecha y rendimiento en grano (derecha) para el año 2025 en relación a los 3 años anterior, para todas las poblaciones con fungicida.

El incremento de potencial como resultado del avance genético, es producto de una mayor producción de biomasa a diferencia de lo que sucedía hacia fines del siglo XX (Hoffman et al., 2015b). En los últimos años, la mayor producción de biomasa a cosecha se asocia linealmente a una mayor producción de grano; sin embargo, el ajuste de esta relación depende del IC (principalmente en años desfavorables). La distribución de biomasa total a cosecha en 2025, se desplazó hacia la derecha en relación a los resultados de años anteriores y junto a un índice

de cosecha moderadamente concentrado en torno a los 33-35%, generó que el rendimiento sea el mayor de la serie (Fig. 7).

En los cuadros 7 y 8, se presenta el rendimiento medio de los cultivares evaluados a todas las poblaciones, y los principales componentes cuantitativos del rendimiento en grano. Las diferencias en rendimiento entre las cultivares (poblaciones promedio), fueron diversas y estuvieron asociadas al IC, ya que la biomasa total sólo se diferenció entre los cultivares y un testigo de largo plazo (Cuadro 7). Si bien los cultivares se ordenan por el rendimiento medio, ese orden no debe ser considerado en términos de superioridad o inferioridad de ningún cultivar ante otros, cuando comparten por lo menos una letra porque esas diferencias en rendimiento medio son el resultado del error experimental.

Cuadro 7.- Rendimiento, biomasa total e índice de cosecha para todos los cultivares en el 2025, para el promedio de las poblaciones evaluadas, ordenado por rendimiento medio de cada cultivar (con protección total).

Cultivar	Biomasa total (Kg ha ⁻¹)	Índice de cosecha (%)	Rendimiento 13.5% humedad (Kg ha ⁻¹)
DM Araucaria	23772 ab	37 ab	9030 a
Arazá	24671 a	35 bc	8615 ab
Baguette 11 (T)	19412 b	41 a	8226 abc
Fuste (T)	23531 ab	34 bcd	8152 bc
Buck Aimara	21058 ab	36 ab	7807 bc
D. Alberto (T)	22886 ab	32 bcd	7491 c
Churrinche (T)	21879 ab	29 cd	6593 d
Molle	23403 ab	28 d	6434 d
Tijereta (T)	21132 ab	30 cd	6246 d
Promedio	22416	34	7621
Probabilidad	0,04	<0,0001	<0,0001
DMS (5%)	5081	5,88	834,8
C.V. (%)	11,63	9,01	5,6

MDS – Test de Tukey p<0,05. Medias con igual letra no difieren estadísticamente al 5%.

Los dos principales componentes numéricos del rendimiento (PG y No. granos m⁻²) presentaron diferencias entre cultivares en 2025, a diferencia de 2024, donde sólo se diferenciaron en el No. granos m⁻². Este año (2025) presentó diferencias absolutas de 8000 granos m⁻² (Δ 45%), mientras que en el PG la amplitud de la diferencia absoluta fue de 7 mg (Δ 21%). Por otro lado, ambos años presentaron similar tamaño de espiga promedio (\approx 45 granos espigas⁻¹), con diferencias absolutas entre cultivares en 2025 de 15,5 granos espigas⁻¹ (Δ 42%).

Las diferencias más notables entre años se observaron en el mayor número de granos promedio en 2025 en relación a 2024 (+3972 granos m⁻²), y en el mayor No. espigas m⁻² promedio en 2025 (+78 espigas m⁻²).

Cuadro 8.- Componentes numéricos del rendimiento para todos los cultivares a la población media del año (211 pl. m⁻²), con protección total. Ordenado de mayor a menor rendimiento en grano.

Cultivar	Espigas (No. m ⁻²)	Tamaño de espiga (Granos. Espigas ⁻¹)	P. Grano (mg)	Granos.m ⁻²
DM Araucaria	529	46 abc	38 bc	23997 ab
Arazá	498	52 a	34 e	25738 a
Baguette 11 (T)	446	47 abc	40 ab	20785 cd
Fuste (T)	458	51 a	36 cd	22868 abc
Buck Aimara	484	41 abc	40 a	19557 de
D. Alberto (T)	477	46 abc	35 de	21297 bcd
Churrinche (T)	407	49 ab	33 e	19827 de
Molle	503	37 c	35 de	18390 de
Tijereta (T)	471	39 bc	35 de	17714 e
Promedio	475	45	36	21130
<i>p-valor</i>	0,09	0,0011	<0,0001	<0,0001
<i>MDS (5%)</i>	ns	11,6	2,09	3028,6
<i>C.V. (%)</i>	13,12	13,14	2,96	7,36

MDS – Test de Tukey P<0.05. Medias con igual letra no difieren estadísticamente al 5%.

El grupo de cultivares con mayor rendimiento (Cuadro 7), se caracterizó en términos generales por presentar una combinación de >20000 granos m⁻² y un PG en torno a 40 mg, o un elevado No. granos m⁻² aunque con reducido PG. Sin embargo, no se pudo observar un patrón claro en los componentes numéricos, que ayuden a entender el comportamiento diferencial entre los cultivares (Cuadro 8).

La relación entre el rendimiento final de cada cultivar y los principales componentes numéricos que definen el rendimiento, ha demostrado en los últimos años que un mayor rendimiento no es exclusivamente explicado por el número de granos m⁻²; más allá que permite separar los cultivares en posiciones relativas extremas. Sin embargo, en términos generales, en los últimos años las primeras posiciones están ocupadas por cultivares que logran concretar elevado número de granos y PG. En 2024, no se registraron los elevados valores en el No. granos m⁻² (>25.000) que resultan en rendimientos >8.5 Mg ha⁻¹ cuando el PG es >35 mg, sin embargo, esta combinación de componentes sí se observó en las condiciones de 2025 (Fig. 8).

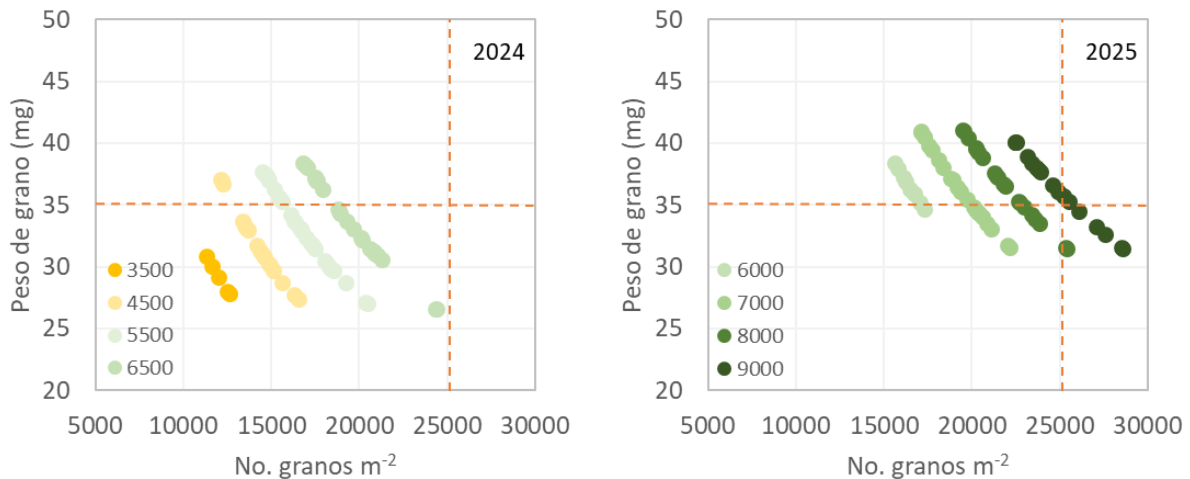


Figura 8.- Relación entre la variación del PG y el número de granos por metro cuadrado, para las distintas isolíneas de potencial del año 2024 y 2025 (con fungicida).

En la figura 9, podemos observar la relación competitiva entre el número máximo de tallos (GS 3.0) y la fertilidad final de los mismos en condiciones de campo. Las condiciones de chacra, manejo y clima afectan al número máximo de tallos logrados, y la fertilidad estaría básicamente regulada por el número de tallos compitiendo durante el encañado. En 2025, se logró un 39% más de tallos m^{-2} en relación al año anterior (2024: 638 tallos m^{-2} vs 2025: 886 tallos m^{-2}), lo que se tradujo en una disminución poco acentuada en la fertilidad de espigas de 9 puntos porcentuales, pero como es esperable, sin cambios sustanciales en la tendencia a la reducción de la fertilidad de tallos en la medida que se incrementa su número. La combinación dada entre la generación de un número elevado de tallos y una supervivencia de los mismos moderada, puede interpretarse como una menor expresión de la relación competitiva en 2025 en relación al año anterior, probablemente dado por temperaturas frescas durante la subfase de macollaje (Fig. 1 y 2).

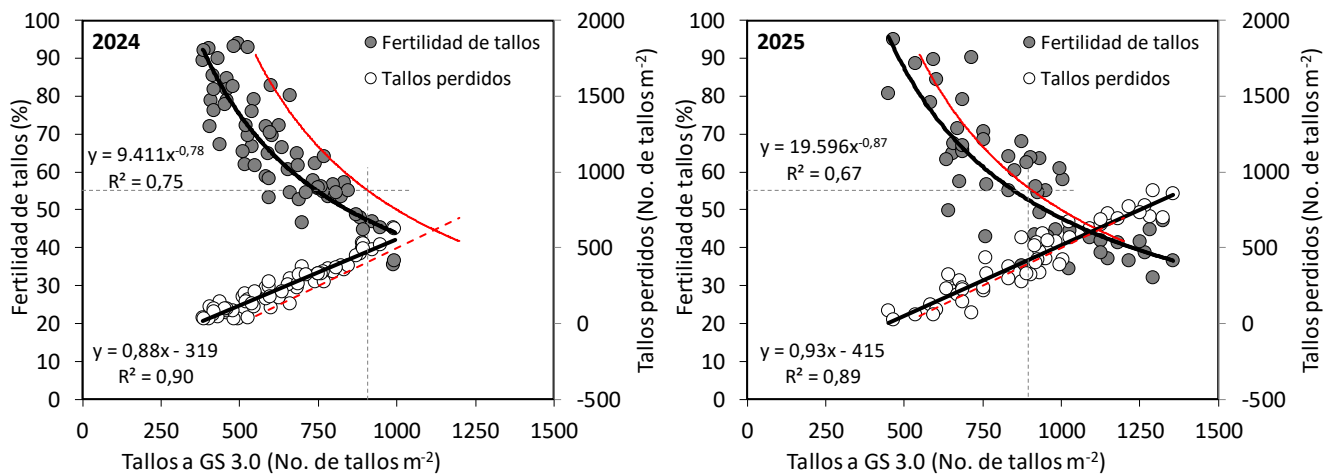


Figura 9.- Relación fertilidad de tallos y No. máximo de tallos a GS 3.0 en 2024 y 2025. Para todas las cultivares a la población media del año (211 pl. m^{-2}), con protección total. Líneas rojas: hacen referencia a los valores teóricos de fertilidad y tallos perdidos para lograr 500 esp. m^{-2} .

Al igual que en 2024, no se cuantificaron diferencias en el No. espigas m^{-2} en el conjunto de los cultivares caracterizados en 2025, con un promedio de 475 espigas m^{-2} . Sin embargo, a diferencia de lo ocurrido en 2024, se observaron diferencias entre los componentes (Cuadro 9) que se definen en fases tempranas del ciclo, pero esas diferencias son dadas por el comportamiento de dos cultivares. Las diferencias en población lograda, se deben al bajo No. plantas logradas en el testigo de largo plazo I. Churrinche, mientras que el elevado No. de tallos del testigo de largo plazo Baguette 11, generó las diferencias observadas (Cuadro 9). Este mayor No. de tallos, siguiendo el patrón de la figura 9, se tradujo en una reducción de la fertilidad de tallos. Si bien, el tamaño de espiga (granos espiga $^{-1}$) fue similar al logrado en 2024 (moderado a bajo en relación al promedio de zafras anteriores); disponer de un mayor No. espigas m^{-2} permitió concretar un elevado No. granos m^{-2} (Cuadro 8, Figura 8).

Cuadro 9.- Población media, macollaje máximo a GS 3.0, fertilidad de tallos y espiga m⁻² a cosecha para todas las densidades (media: 211 pl. m⁻²), con protección total. Ordenados por rendimiento en grano.

Cultivar	Población (pl. m ⁻¹)	Población (pl. m ⁻²)	Macollos a GS 3.0 (Nº mac. m ⁻²)	Fertilidad de tallos (%)	Espigas (Nº esp. m ⁻²)
DM Araucaria	34 a	224 a	882 b	64 a	529
Arazá	33 ab	219 ab	902 ab	57 ab	498
Baguette 11 (T)	32 ab	211 ab	1201 a	37 b	446
Fuste (T)	31 ab	204 ab	736 b	67 a	458
Buck Aimara	33 ab	218 ab	978 ab	52 ab	484
D. Alberto (T)	32 ab	211 ab	811 b	61 a	477
Churrinche (T)	27 b	179 b	735 b	57 ab	407
Molle	34 a	225 a	838 b	63 a	503
Tijereta (T)	31 ab	203 ab	895 ab	54 ab	471
Promedio	32	211	886	57	475
Probabilidad	0,032	0,036	0,001	0,002	0,09
MDS (5%)	6,33	42,6	307,2	20,3	-
C.V. (%)	10,2	10,39	17,8	18,3	13,1

MDS – Test de Tukey P<0.05. Medias con igual letra no difieren estadísticamente al 5%.

2.b. Rendimiento en respuesta a la población por cultivar

La figura 10, muestra la respuesta en rendimiento a la población para el conjunto de todos los cultivares con protección total de enfermedades evaluados durante el 2025, en relación al año anterior. Los rangos de poblaciones logradas fueron similares entre años, con un leve sesgo hacia población más bajas en 2024. La homogeneidad en las poblaciones logradas en relación a las tres densidades objetivos fue mayor que la lograda en 2024. Sin embargo, en ambas zafas no se observa un patrón definido entre población y rendimiento (Fig. 10), indicando que la posible respuesta a la población obedece a un efecto genético y no climático. Por esto, la importancia de estudiar la respuesta a la población en cada cultivar por separado (Fig. 11).

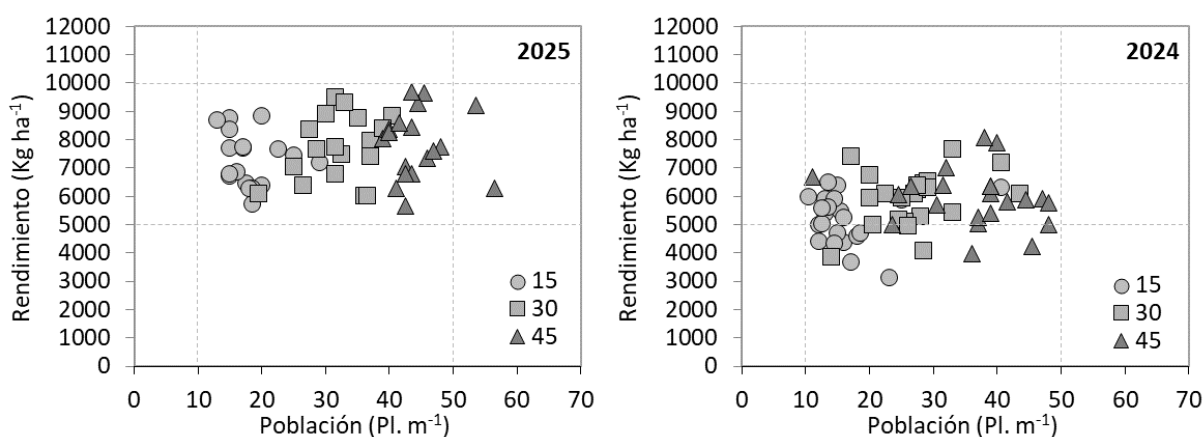


Figura 10.- Rendimiento medio en función de la variación en la población en promedio para el año 2025, en relación a lo observado para el año anterior (con protección total).

Cuando las condiciones climáticas son favorables, el efecto del ajuste de la población se reduce o es nulo. Este año se ve reflejado en la ausencia de respuesta a la población en los testigos de referencia I. Don Alberto, I. Tijereta,

I. Churrinche y Fuste (Fig. 11). Conociendo el comportamiento de los testigos, podemos interpretar los resultados de cada cultivar de interés, contemplando el efecto año. El criterio general para ajustar un modelo que representa la respuesta a la población en cada cultivar, es el coeficiente de regresión de Pearson (R^2). Si la distribución de datos presentó un coeficiente mayor a 0.20, se ajustó el mejor modelo; no se ajustó en caso contrario.

Las condiciones ambientales del año, hicieron que los cultivares Molle y Buck Aimara no presentaran respuesta a la población, a diferencia de lo observado en 2024 (ambiente de menor rendimiento). Sin embargo, los cultivares DM Araucaria y Arazá que en 2024 no presentaron un ajuste preciso en respuesta a la población, este año se observó una leve respuesta creciente, con óptimos poblacionales a densidades elevadas (>40 pl. m^{-2}).

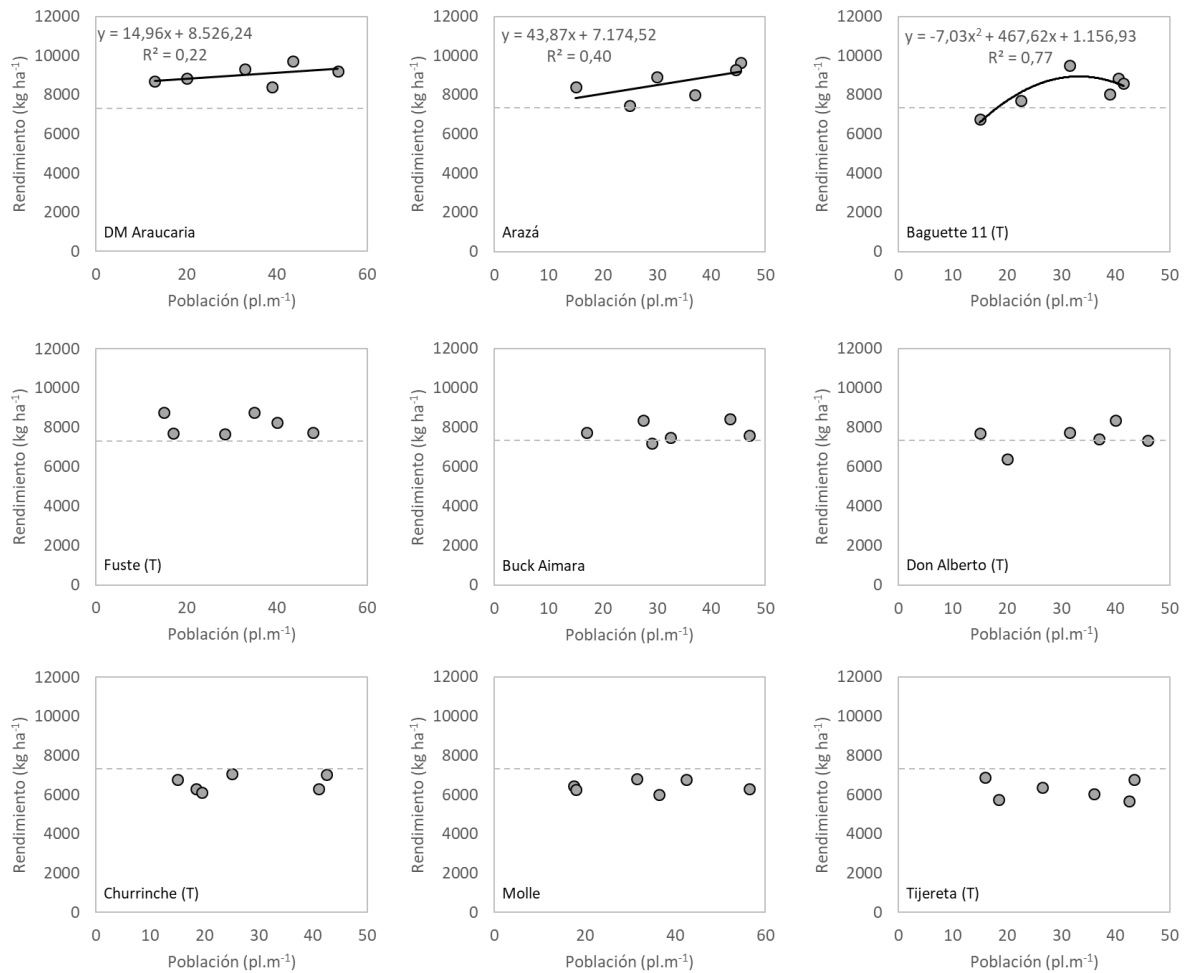


Figura 11.- Rendimiento en grano en función la población lograda a campo, para los distintos cultivares evaluados durante 2025, con protección total. (Ordenados de izquierda a derecha y de arriba abajo, en función del rendimiento medio).

Si consideramos que además del ajuste a la población, el potencial de cada cultivar está fuertemente condicionado por su comportamiento sanitario; el ajuste específico al cultivar considerando ambos factores de manejo, como viene siendo registrado en los últimos años, en algunos casos cambia sustancialmente el resultado final en cuanto a la evaluación del rendimiento alcanzable limitado por agua de un cultivar. En este sentido en el

cuadro 10 se presenta para todos los cultivares evaluados, el cambio de rendimiento por ajuste de la población y respuesta específica al fungicida.

El criterio general para adjudicar un factor como responsable del cambio en el rendimiento de cada cultivar, fue que la diferencia en rendimiento debido al factor a igualdad de condiciones del otro factor, sea significativa con α : 0.1. Esta metodología no evalúa la existencia de una posible interacción entre factores.

Por último, la metodología utilizada para definir el cambio en el ranking entre las cultivares (Cuadro 10), no implica un análisis estadístico riguroso, por lo tanto, no podemos inferir que las posibles diferencias entre las cultivares se repitan en el tiempo. Sin embargo, permite cuantificar el impacto del ajuste preciso de la tecnología de producción (población – fungicida) en cada cultivar para el año en estudio.

Cuadro 10.- Orden de potencial de los cultivares evaluados en base al cambio de rendimiento, por ajuste de la población y respuesta al fungicida, en relación a una población promedio y sin fungicida (ordenado por rendimiento a nivel del manejo específico).

Cultivar	Sin manejo Especifico	Con manejo específico	Factor/s de manejo responsable/s del cambio	Cambio de potencial	
	177 pl m ⁻² y con Fungicida	Población optima y con Fungicida		(kg ha ⁻¹)	(%)
DM Araucaria	8120	9464	Sanidad	1344	17
Arazá	7517	9474	Población - Sanidad	1958	26
Baguette 11 (T)	6179	9163	Sanidad - Población	2984	48
Fuste (T)	6258	8229	Sanidad	1971	31
Buck Aimara	8037	8024	-	-12	0
D. Alberto (T)	5915	7839	Sanidad	1924	33
Churrinche (T)	6103	6661	-	557	9
Molle	6284	6537	-	253	4
Tijereta (T)	5723	6220	-	497	9
Promedio	6682	7957	-	1275	20

* Efecto promedio; refiere a la combinación genotipo x ambiente (población/sanidad)

Del cuadro anterior y en forma resumida podemos concluir que, para esta región del país en el año 2025, como resultado de la selección de cultivar, del ajuste de la población y el fungicida, el rendimiento alcanzable limitado por agua varió en 3741 kg ha⁻¹, desde los 5723 a los 9464 kg ha⁻¹. Estos 3741 kg ha⁻¹ que surgen del efecto del cultivar, fundamentalmente por la respuesta al fungicida (14% promedio para todas las cultivares) y en menor proporción por ajuste de la población (7% promedio para todas las cultivares). Año a año es muy clara evidencia de que el juicio del potencial de un cultivar en función de su orden relativo, cambia radicalmente en función del manejo, y por tanto es dependiente de la información que permite inferir el ajuste. En este sentido hay cultivares de elevado potencial dependientes solo del ajuste de la población, solo del fungicida o ambos factores de manejo.

3. Sugerencia de densidad para los cultivares de segundo año de caracterización

El resultado final de caracterización de los cultivares que cumplen su segundo año, debe basarse en los resultados de los dos años de evaluación. Para este ciclo en donde el año 2024 y el 2025, fueron muy diferentes en cuanto a condiciones climáticas y consecuencia de ello, diferencias importantes en potencial y calidad, es

especialmente relevante observar el comportamiento específico de cada cultivar en cada año. En el siguiente cuadro, se presenta para los cultivares que finalizan su caracterización, cuál sería el mejor rango de población considerando el rendimiento y calidad de grano, en relación a todos los cultivares caracterizados a la fecha.

Cuadro 11.- Rango óptimo de población (pl. m⁻¹) para los distintos cultivares evaluados en el programa de caracterización de cultivares de trigo, realizado por la Facultad de Agronomía desde 2015 a la fecha.



La información disponible en el trabajo y el contenido en informes anteriores (en cuanto a ambiente y desempeño individual de cada cultivar en relación a los testigos de comportamiento conocido), permite que cada usuario pueda seleccionar el cultivar en función del ambiente específico para el cual lo requiere (junto a la información que surge de la red nacional de evaluación de cultivares de INASE-INIA). Con esta información es posible, ajustar específicamente el manejo al cultivar en forma objetiva.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Abbate, P.E.; Lázaro, L.; Andrade, F.H. 1997.** ¿Es posible incrementar en número de granos por unidad de superficie?. *In*. Explorando altos rendimiento en trigo. Seminario organizado por CIMMYT-INIA. Colonia. Uruguay. 1997. p 71-89.
2. **Castro, A.; Siri, G.; Hoffman, E. 1994.** Uso de características de crecimiento inicial en la selección en planta aislada (resultados preliminares). *In*: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 65-72
3. **Ernst, O; Hoffman, E. 1991.** Análisis comparativo de crecimiento en trigo y cebada y su efecto sobre la concreción del rendimiento. *In* II Jornada Nacional de Investigadores en Cebada Cervecera. INIA La Estanzuela Colonia Uruguay.
4. **Hoffman E.; Ernst O.; Castro A. 1993.** Rendimiento de grano y sus componentes. I. Bases fisiológicas y evolución histórica a nivel Mundial. *In*: IVª Reunión nacional de investigadores de cebada. Palmar. Uruguay.
5. **Hoffman, E.; Siri, G.; Ernst, O. 1994.** Posibilidades de predecir el comportamiento de los nuevos cultivares en función de la caracterización de su crecimiento inicial en condiciones de invernáculo. *In*: V Reunión Nacional de Investigadores de Cebada. Mesa Nacional de Investigadores de Cebada Cervecera. Colonia, 2 y 3 de junio de 1994. pp 116-122
6. **Hoffman, E. 1995.** Respuesta de los cultivos de invierno a la densidad de siembra. I. Trigo. *In*: Revista Cangüé, N° 3, junio de 1995, p 8-12.
7. **Hoffman, E.; Ernst, O. 1999.** Densidad de siembra en trigo. ¿Qué pasa con la siembra en banda? *In*: Revista Cangüé, N° 17, diciembre de 1999, pp 9-14.
8. **Hoffman, E.; Benítez, A. 2000.** Caracterización del crecimiento inicial de nuevas cultivares de trigo (INIA Caburé, T 605 y T 713). *In*: Informe a PROSEDEL. EEMAC, Facultad de Agronomía.
9. **Hoffman, E.; Benítez, A; Cadenazzi, M. 2002.** Caracterización del crecimiento inicial y respuesta a la población en trigo. *In*: Cuarta jornada de rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional de Trigo. Mercedes. Uruguay
10. **Hoffman, E; Ernst, O; Benítez, A; Castro, A; Cadenazzi, M. 2002b.** Caracterización de cultivares. Una herramienta para la toma de decisión en trigo y cebada. Seminario Técnico. EEMAC - Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
11. **Hoffman, E.; Benítez, A.; Cadenazzi, M. 2004.** Caracterización de cultivares de trigo. Primer ciclo de Baguette10, INIA Churrinche, INIA Torcaza e INIA Gorrión. EEMAC- Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Uruguay.
12. **Hoffman. E.; Castro A.; Ernst. O.; Benítez. A.; Cadenazzi. M. 2006 (s/p).** Sincronización de macollaje y su relación con el número de espigas y rendimiento, para distintos cultivares de Cebada cervecera en Uruguay. *Agrociencia*, Recepción del trabajo en Septiembre del 2005.
13. **Hoffman. E, Gestido. V y Cadenazzi. M. 2007.** Caracterización de cultivares de trigo. Segundo ciclo de INIA Tero, INIA Carancho, INIA Don Alberto, INIA Madrugador e INIA Carpintero y primer ciclo de Biointa 1001. En Novena Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. Abril del 2007.
14. **Hoffman. E, Fernández. R, Baeten. A, y Cadenazzi. M. 2009a.** Caracterización de cultivares de trigo. Segundo ciclo de Biointa 1002, Biointa 3000, Baguette 11 y Baguette 13. Primer ciclo de: Nogal, Atlax, Centauro, Baguette 19 y Baguette 9. En 11ª Jornada sobre rendimiento y calidad de trigo. Mesa Nacional del Trigo. Mercedes. 2009.
15. **Hoffman. E.; Viega. L.; Cadenazzi. M; Gestido. V.; Mesa. P.; Fernández. R.; Baeten. A.; Glison. N. 2009b.** Bases morfofisiológicas que justifican el manejo diferencial de cultivares de Trigo y Cebada en Uruguay. *En*: Primer Simposio Nacional de Agricultura de Secano. Facultad de Agronomía, UDELAR – IPNI Cono Sur. ISBN978-9974-0-583-9- pp. 49-74.
16. **Hoffman. E, Catro A. 2012.** Cambios en la fecha de siembra en cultivos de invierno en Uruguay. Implicancias sobre el rendimiento y el riesgo. Cangüé Digital 2012- Segunda Época Nro 32 . *IN* <http://www.eemac.edu.uy/canguel/>
17. **Hoffman EM, Locatelli A, Fassana CN, Viega L, Castro AJ. 2014.** Evaluación de la evolución de la oferta varietal del trigo en Uruguay en el siglo XXI. *En*: Memorias de Seminario Internacional. 1914 – 2014, un Siglo de Mejoramiento de Trigo en la Estanzuela. Agosto 2014. INIA la Estanzuela. Colonia Uruguay.
18. **Hoffman, E. M, Fassana C.N, Akerman, A, Bonancea, S, Van de Dorpel, M. 2018.** Caracterización de cultivares de trigo 2017. Informe del programa e caracterización de cultivares de la de la Facultad de Agronomía - EEMAC. Universidad de la República. Uruguay. 37p (<http://www.eemac.edu.uy/>)
19. **Haun, J.R. 1973.** Visual quantification of wheat development *Agronomy Journal* 65(1):116-119.
20. **Saari, E.E. y Prescott J.M. 1975.** A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. *Plant Disease Rep.* 59:377-380.

VII. ANEXOS

1. Componentes números del rendimiento y parámetros de calidad

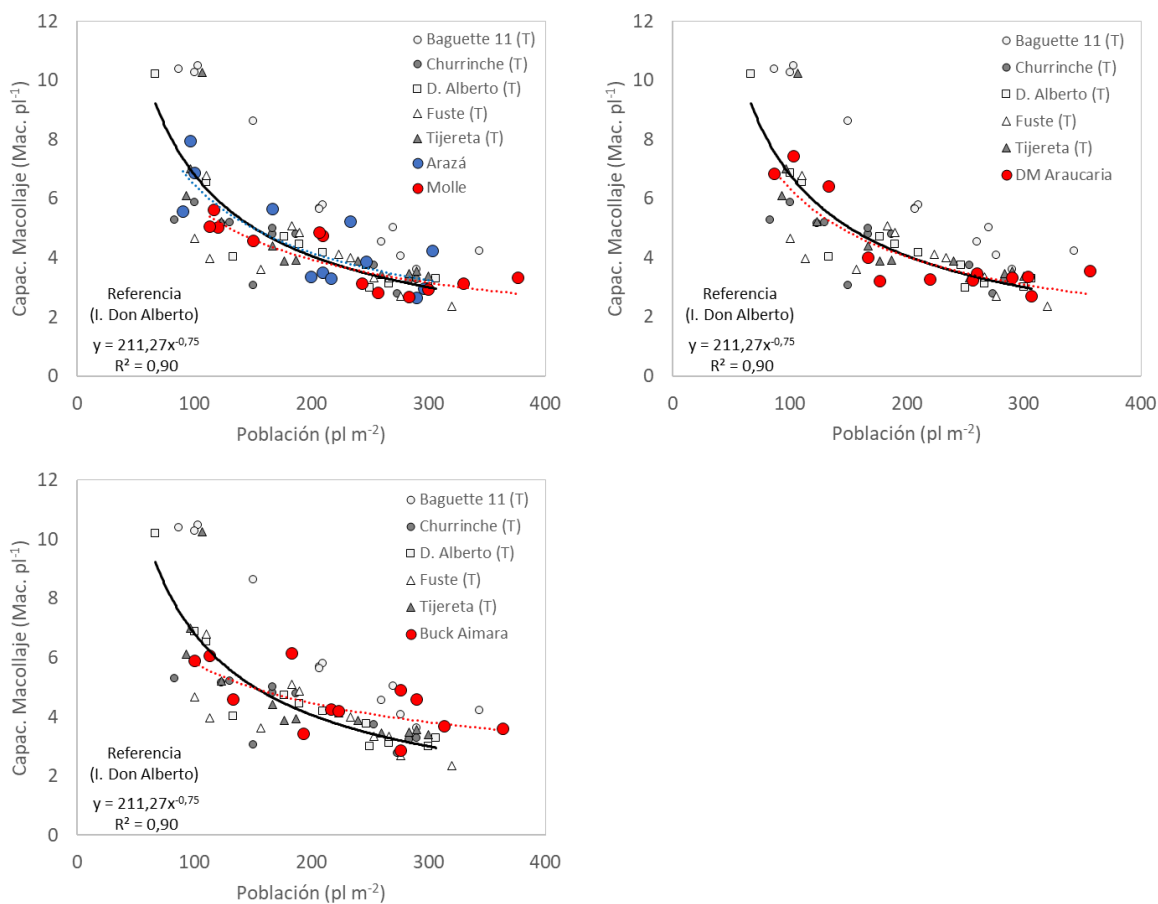


Figura A1.- Capacidad de macollaje para todos los cultivares evaluados en el año 2025, con fungicida en función de la población. Agrupados por empresa solicitante y en relación a los testigos.

Cuadro A1.- Componentes del rendimiento en respuesta al cambio en la población para todos los cultivares evaluados durante el 2024, con protección total. (Ordenado por mayor rendimiento logrado).

Variedad	Densidad	Plantas reales (N° m ⁻¹ lineal)	Plantas (N° m ⁻²)	Macollos GS 3.0 (N° mac. m ⁻²)	Fertilidad (%)	Esp. m ⁻²	Granos/Esp.	Granos m ⁻²	PG (mg)
DM Araucaria	15	17	110	723	75	525	44	23232	38
	30	36	240	810	77	612	38	23314	38
	45	49	323	1113	41	452	57	25445	37
Arazá	15	20	133	815	52	405	59	23778	34
	30	34	223	812	63	503	50	24824	34
	45	45	300	1080	56	587	49	28611	33
Baguette 11 (T)	15	19	125	1160	33	385	46	17658	41
	30	36	240	1287	37	472	50	23378	39
	45	40	268	1155	42	482	44	21319	39
Fuste (T)	15	16	107	458	88	403	57	23077	36
	30	32	212	928	46	425	54	22807	36
	45	44	293	822	67	545	42	22719	35
Buck Aimara	15	23	153	673	67	448	42	18869	40
	30	30	200	1023	47	477	42	19592	40
	45	45	302	1238	42	527	39	20211	40
D. Alberto (T)	15	18	117	612	77	465	42	19262	37
	30	34	228	902	45	408	57	21708	35
	45	43	287	920	61	558	41	22922	34
Churrinche (T)	15	17	112	612	71	432	46	19641	33
	30	22	148	755	56	425	45	19233	34
	45	42	278	838	43	363	57	20606	32
Molle	15	18	118	630	75	468	38	17808	36
	30	34	227	880	59	520	36	18614	34
	45	50	330	1003	55	520	36	18748	35
Tijereta (T)	15	17	115	868	46	393	46	17857	35
	30	31	208	810	71	568	31	17681	35
	45	43	287	1007	45	450	39	17605	36

Cuadro A2.- Peso hectolítrico para todos los cultivares evaluados en el 2025, promedio con fungicidas, ordenados por el mismo ranking de rendimiento en grano promedio de todas las poblaciones.

Tratamiento de Población (*)							
	P1	P2	P3	Promedio 2025			
Variedad	Peso Hectolítrico (13,5% humedad)				<i>p</i> -valor ^{&}	MDS (5%)	C.V.(%)
DM Araucaria	79,3 ab	78,1 ab	78,0 ab	78,5 bc	0,87	-	3,42
Arazá	81,6 ab	78,3 ab	83,0 ab	81 ab	0,37	-	3,23
Baguette 11 (T)	80,2 ab	79,1 ab	79,0 ab	79,42 ab	0,86	-	2,81
Fuste (T)	80,9 ab	81,2 ab	83,9 ab	81,97 ab	0,24	-	1,67
Buck Aimara	83,5 ab	85,8 a	86,2 a	85,13 a	0,48	-	2,37
D. Alberto (T)	82,9 ab	81,7 a	81,1 ab	81,87 ab	0,15	-	0,69
Churrinche (T)	85,9 a	83,2 a	80,4 ab	83,15 ab	0,35	-	3,44
Molle	72,2 bc	70,5 b	75,7 ab	72,78 cd	0,74	-	8,61
Tijereta (T)	64,8 c	70,6 b	71,4 b	68,9 d	0,43	-	6,42
Promedio	79,0	78,7	79,8	79,2			
<i>p</i> -valor	0,0035	0,004	0,031	<0,0001			
MDS (5%)	13,02	10,8	12,8	5,93			
C.V.(%)	4,04	3,36	3,93	3,85			

* - P₁= población 1, P₂= población 2 y P₃= población 3. & - Dentro de cada cultivar, entre densidades

Cuadro A3a.- Proteína en grano para todos los cultivares evaluados en el 2024 y 2025, con fungicida ordenado por rendimiento decreciente en el año 2025, para una población equivalente a las 30 pl. m⁻¹.

	2025	2024	Promedio			
Cultivar	--- Proteína (%). Base 13,5% humedad ---			<i>p</i> -valor ^{&}	MDS (5%)	C.V. (%)
DM Araucaria	11,5	12,6	12,0	0,169	-	2,5
Arazá	12,7	13,8	13,2	0,593	-	11,7
Baguette 11 (T)	12,1	13,1	12,6	0,125	-	1,6
Fuste (T)	12,0	12,7	12,4	0,451	-	4,9
Buck Aimara	11,6	13,2	12,4	0,096	-	2,0
D. Alberto (T)	11,6	12,8	12,2	0,295	-	4,9
Churrinche (T)	12,8	14,1	13,5	0,344	-	5,6
Molle	12,0	12,8	12,4	0,677	-	10,9
Tijereta (T)	12,3	13,6	12,9	0,246	-	4,3
Promedio	12,0	13,2	12,6			
<i>p</i> -valor*	0,644					
MDS (5%)	-					
C.V. (%)	6,34					

* - Dentro del año, entre cultivares. & - Dentro de cultivar, entre años.

Cuadro A3b.- Proteína en grano para todos los cultivares evaluados en 2025, con fungicida ordenado por rendimiento decreciente, para las tres poblaciones.

Cultivar	Población (pl. m ⁻¹)			Promedio
	15	30	45	
DM Araucaria	11,7	11,5	12,2	11,8 b
Arazá	11,6	12,7	13,3	12,5 ab
Baguette 11 (T)	11,4	12,1	11,3	11,6 b
Fuste (T)	12,9	12,0	11,4	12,1 ab
Buck Aimara	12,0	11,6	11,8	11,8 b
D. Alberto (T)	12,8	11,6	12,2	12,2 ab
Churrinche (T)	13,0	12,8	14,0	13,3 a
Molle	12,7	12,0	11,9	12,2 ab
Tijereta (T)	12,6	12,3	13,1	12,6 ab
Promedio	12,3	12	12,3	12,2

Interacción Densidad-Cultivar: p-valor: 0.256, CV: 5.7%; Densidad: p-valor: 0.412;

Cultivar: p-valor: 0.0083, MDS (Tukey 5%): 1.35.

3. Sanidad y respuesta en rendimiento al control.

En el experimento de campo, de los cuatro bloques dos son manejados al azar con fungicida y dos con infección natural. En la medida que experimentalmente el costo adicional para generar esta información es bajo, y la información de respuesta, en relación a la evolución sanitaria suma información relevante para el cultivar, se ha incorporado esta variante en el programa de caracterización de cultivares en forma sistemática, desde hace 20 años. Como toda la información anterior para todos los cultivares, está analizada sobre la base de las parcelas con fungicidas, el comportamiento de cada cultivar sin fungicida, más allá de la información sanitaria, suma un elemento más para el análisis.

Cuadro A4.- Rendimiento y componentes para el promedio de todos los cultivares con y sin fungicida en el 2025.

	Rend. Corr. 13.5% (Kg ha ⁻¹)	Biomasa total (Kg ha ⁻¹)	IC (%)	Espigas (Nº esp. m ⁻²)	Granos/esp. (Nº Granos m ⁻²)	Granos (Nº Granos m ⁻²)	PG (mg)
C/Fung.	7621	22416	34	475	45	21130	36,2
S/Fung.	6682	20380	32	427	45	18976	35,3
Probabilidad*	<0,0001	0,0001	0,059	0,0027	0,0377	<0,0001	<0,0001
MDS (5%)	204,9	1088,2	-	23,8	-	752	0,57
CV (%)	7,47	13,28	8,93	13,6	13,49	9,72	4,19
SC _t /SC _t **	19%	12%	1,3%	5,8%	0,36%	10,6%	5,7%

*.- Sin tratar en relación al cultivo protegido. MDS – Test de Tukey P<0.05.

**.- Partición de suma de cuadrados. Efecto fungicida frente a demás fuentes de variación.

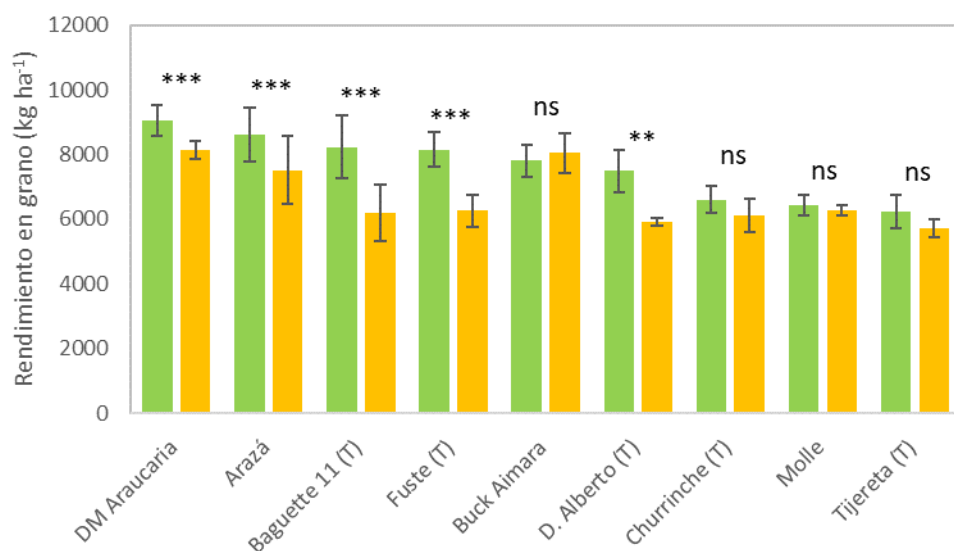


Figura A2.- Rendimiento en grano para todos lo cultivares evaluados en el 2025, con y sin fungicidas a población promedio. Efecto de la interacción cultivar por fungicida p-valor <0,0001; CV = 7,5%. (Diferencias entre cultivares C/Fung. vs. S/Fung. MDS Test de Tukey p-valor <0,0001 = 205 kg ha⁻¹). ns – no significativo; * - significativo al 10%; ** - significativo al 5%; *** - significativo al 1%.

Cuadro A5.- Rendimiento en grano para todos lo cultivares evaluados en el 2025, con y sin fungicida a la población promedio (211 pl. m²). Efecto de la interacción cultivar por fungicida p-valor <0,0001; CV = 7,5%.

Variedad	Testigo enfermo	Protección total	Respuesta ^{&}	Significancia	
	----- (kg ha ⁻¹) -----		%		
DM Araucaria	8120	9030	910	11	0,0069
Arazá	7517	8615	1098	15	0,0065
Baguette 11 (T)	6179	8226	2046	33	0,0001
Fuste (T)	6258	8152	1894	30	0,0004
Buck Aimara	8037	7807	-230	-3	0,5906
D. Alberto (T)	5915	7491	1576	27	0,0134
Churrinche (T)	6103	6593	490	8	0,0613
Molle	6284	6434	150	2	0,8150
Tijereta (T)	5723	6246	523	9	0,1667
Promedio	6682	7621	940	14	-

[&]Dentro de cultivares.

Figura A3a.- Porcentaje severidad para Roya estriada (*Puccinia striiformis*), con (C/F) y sin (S/F) fungicida, para todos los cultivares, evaluados en el año 2025.

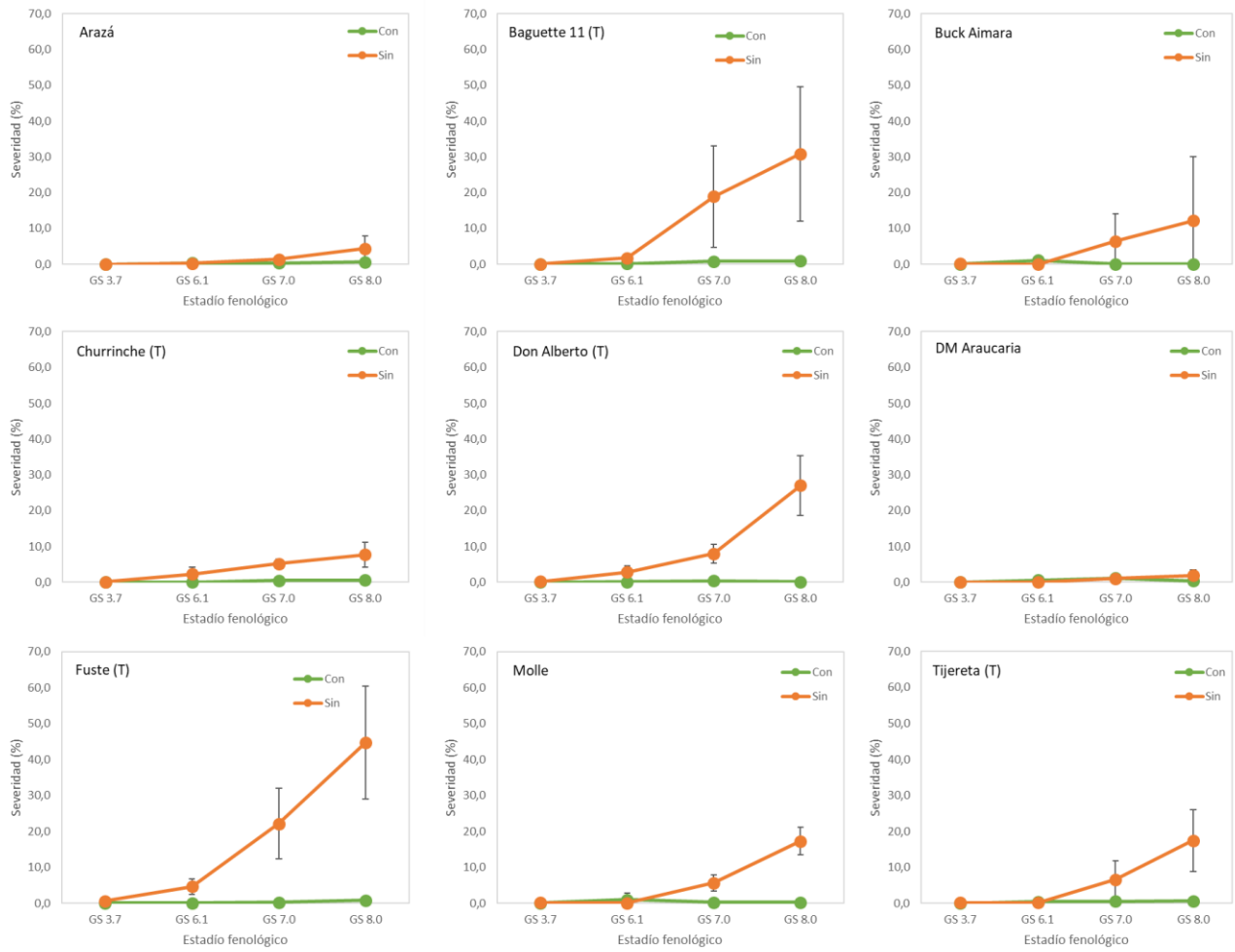
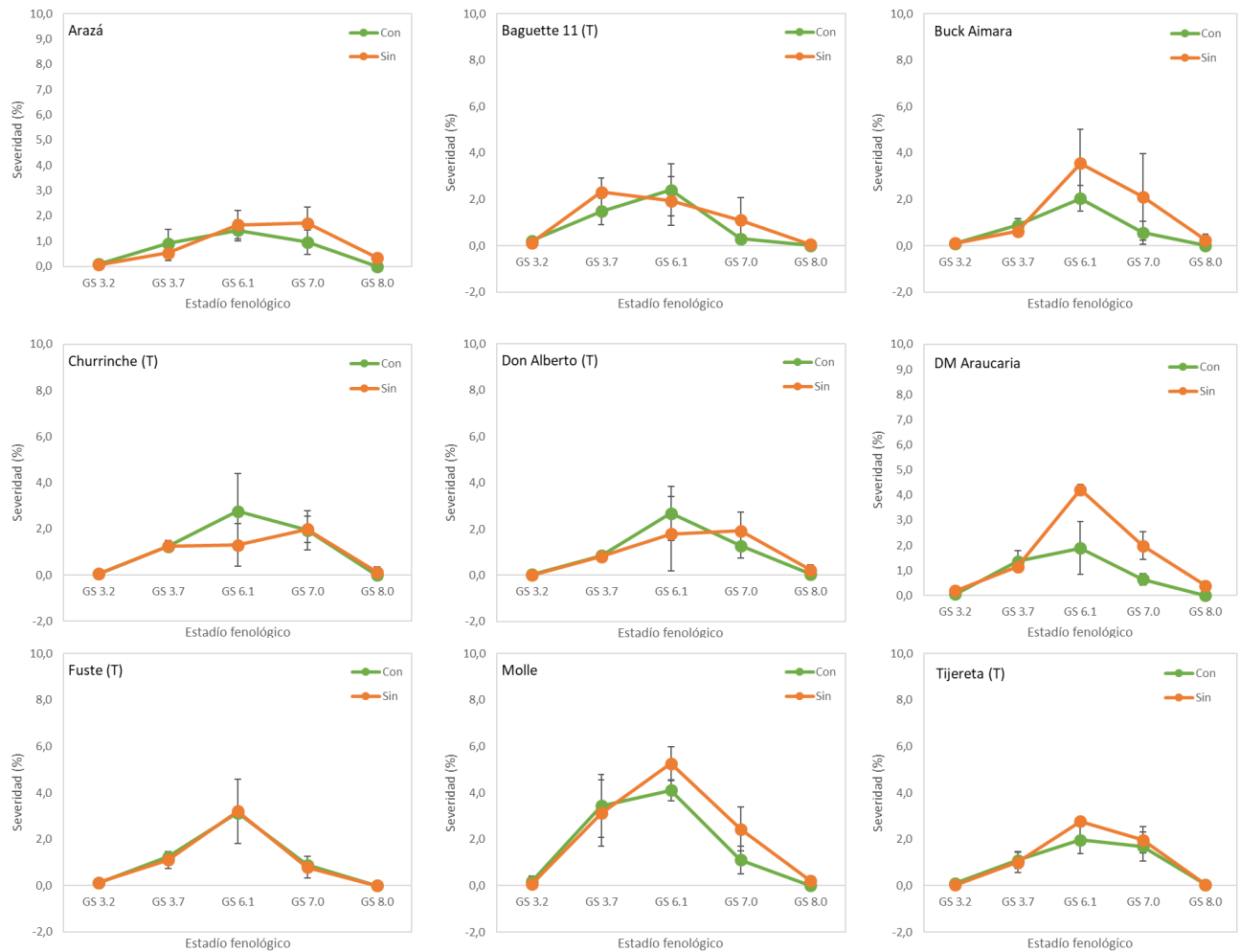


Figura A3b.- Porcentaje de severidad para Mancha amarilla (*Drechslera tritici repentis*), con (C/F) y sin (S/F) fungicida, para todos los cultivares, evaluados en el año 2025.



Nota. El trabajo no habría podido ser desarrollado, sin la colaboración de los funcionarios del campo experimental y de Agricultura de la EEMAC-FAGRO. El análisis de proteína en grano fue realizado por gentileza de GOYAIKE sa.

La información presentada es cuantitativa, pero los comentarios no son más que una interpretación de los datos por parte del equipo de trabajo que intenta enriquecer la información, por tanto, deben ser tomados como tales y no como una verdad indudable.